

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

平2-71422

⑬ Int. Cl.

G 11 B 5/66
5/72

識別記号

府内整理番号

7350-5D
7350-5D

⑭ 公開 平成2年(1990)3月12日

審査請求 未請求 請求項の数 10 (全5頁)

⑮ 発明の名称 磁気記録媒体

⑯ 特願 昭63-222354

⑰ 出願 昭63(1988)9月7日

⑱ 発明者 伊藤 真貴子 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発明者 小角 雄一 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 発明者 鬼頭 諒 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

㉑ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

明細書

1 発明の名称

磁気記録媒体

2 特許請求の範囲

1. 薄膜磁性体からなる記録層上に膜中で炭素原子に結合している水素のモル濃度が30%以下である非晶質炭素層を設けたことを特徴とする磁気記録媒体。

2. 薄膜磁性体からなる記録層上に、 $1000\text{~}2000\text{ cm}^{-1}$ 附近のラマンスペクトル（アルゴンレーザー励起による）に蛍光が見られないときに、ガウス関数で該ラマンスペクトルを2つのピークに分離すると、 1350 cm^{-1} 付近の成分の強度の 1540 cm^{-1} 付近の成分の強度に対する比が60%以下の膜質の非晶質炭素層を設けたことを特徴とする磁気記録媒体。

3. 薄膜磁性体からなる記録層上に請求項1及び2の特性を同時に満たす膜質の非晶質炭素層を設けたことを特徴とする磁気記録媒体。

4. 前記の炭素保護膜の膜厚が 50 \AA 以上 1000 \AA 以

下であることを特徴とする請求項1, 2、若しくは3記載の磁気記録媒体。

5. 薄膜磁性体からなる記録層上に請求項1, 2, 3、または4に記載の非晶質炭素層をイオンビームデポジション法によって作成する方法。

6. 薄膜磁性体からなる記録層上に請求項1, 2, 3、または4に記載の非晶質炭素層を反応性スパッタリング法によって作成する方法。

7. 薄膜磁性体からなる記録層上に請求項1, 2, 3、または4に記載の非晶質炭素層をプラズマCVD法によって作成する方法。

8. 請求項5, 6、または7に記載の方法で非晶質炭素層を作成した磁気記録媒体。

9. 請求項1, 2, 3、または4に記載の磁気ディスクを備えた磁気ディスク装置。

10. 請求項1, 2、または3に記載の非晶質炭素層からなる硬質保護膜。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は滑動特性の、特に耐摩耗性の優れた保

護膜を有する磁気記録媒体に関する。

〔従来の技術〕

一般に金属薄膜を記録層とする磁気記録媒体において、ヘッドとの接触はスタート時、ストップ時と共に、高速回転中にも起こると言われている。従って磁気記録媒体は十分な潤滑性あるいは耐摩耗性等の摺動特性を備え、磁気ヘッドとの接触に耐えるようなものである必要がある。

以上のことから近年では優れた摺動特性をもつ炭素、特にダイアモンド状炭素膜の研究開発が盛んになっている。その中でダイアモンド状炭素膜の膜質、特に膜中の水素と摺動特性の一つである摩擦係数については第34回応用物理学関係連合講演会予稿集29P-K-1において定性的に論じられている。また、特開昭62-7848でも膜中の水素について付着力に着目して定性的に述べられている。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術では最適な摺動特性を示す膜質を見出すにはいたっていない。従って最適な条件を

見出せない可能性を含んでいる。

本発明においては炭素膜質を膜中結合水素とラマンスペクトルから定量的、かつ総合的に捉え、それを摺動特性と結び付けることによって、確実に、最も優れた摺動特性をもつ保護膜としての炭素膜を有する磁気記録媒体を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は上記目的を達成するために、膜中の炭素と結合している水素のモル濃度（以後、膜中の結合水素と記載する）と該膜のラマンスペクトルを2つのピークに分離した場合の各成分の強度比を規定したものである。これによって確実に優れた摺動特性を有する保護膜を得られることを見出した。

なお、ここでいう膜中結合水素とは炭素原子と結合しているすべての水素のことをさしており、結合様式は規定しない。結合水素濃度[H]は赤外吸収スペクトルのC-H伸縮振動起因のバンドの積分強度Sと膜の密度ρから次式で求められる。

$$[H] = 100S / ((1.68 \times 10^5) \rho + 0.9165)$$

また、2つのピークに分離したラマンスペクトルの各成分の強度比は次のようにして求めることとする。すなわち、Ar+レーザー(514.5nm)をもちいて測定した該保護膜のラマンスペクトルをピーク位置として1350cm⁻¹付近と1540cm⁻¹付近（それぞれのピーク位置は±10cm⁻¹の変動を示す）、しかも前者の半値幅を後者のそれの約2倍になるようなガウス個数で分離する。この時の後者の強度に対する前者の強度の比をIとして範囲を規定する。ただし、スペクトルに蛍光が現れていない場合に限る。一例を第2図に示す。また、本発明の炭素膜は、次に述べるような方法で作成できる。すなわち、水素を含むガスでグラファイトターゲットをスパッタする反応性スパッタリング、種々の電源を用いて（マイクロ波、高周波等）プラズマを発生させ、炭素を含むガスを分解して成膜を行うプラズマCVD法、あるいはイオン統内で発生させた炭素イオンを電圧をかけて引き出して成膜するイオンビームデポジション法などであ

る。

〔作用〕

本発明にかかる膜中で炭素原子に結合している水素のモル濃度が25%以下で、ラマンスペクトル（アルゴンレーザー励起による）に蛍光が見られないときに、該ラマンスペクトルをガウス関数で2つのピークに分離すると1350cm⁻¹付近の成分の強度の1540cm⁻¹付近の成分の強度に対する比が55%以下の非晶質炭素膜においては優れた摺動特性が得られることが実験の結果で判った。逆に、前記の水素濃度が25%よりも高いときには有機物的な膜になり、炭素同志の架橋度が低くなつて機械的に弱い膜になると考えられる。実験結果（第3回）より相対摩耗量の値が8を超えない場合の膜中結合水素の臨界値は25-30%であった。

また、水素濃度のみではわかりにくい、炭素間の骨格構造の様子を知る手段としてラマンスペクトルを用いるが、前記の2つのピークの強度比の値が大きくなるとグラファイト構造に近くなることが知られている。この場合も実験から相対摩耗

量の値が8を超えない強度比の臨界値は55~60%であった(第3図を参照)。以上のような理由から本発明の規定範囲外の炭素膜では摺動特性が劣っている。それに対して本発明の保護膜においては、炭素同志のランダムで密な架橋によって優れた摺動特性が得られる。

一方、保護膜の膜厚が50Åより薄い場合には膜が島状に成膜されず不連続である確率が高く、効果が小さくなる。逆に1000Åより厚いと磁気ヘッドと記録層との距離が増大し、電磁変換特性が悪化するので好ましくない。これらのことから保護層の膜厚は50~1000Åの範囲が好ましい。

[実施例]

以下、本発明の実施例及び比較例について述べる。いずれも同様な構造の金属薄膜磁気ディスク上に炭素膜を成膜し、評価は以下の方法によった。すなわち、サンプルを周速4mm/secで回転させるピンーオンーディスク試験による摩耗量、動摩擦係数測定、CSS(Contact Start Stop)テストによって摺動特性を評価した。炭素と結合

した水素のモル濃度はFT-IR(フーリエ変換赤外吸収スペクトル)の測定から求めた。また、ラマンスペクトルを測定した。

実施例1

第1図は磁気ディスクの切断面を示す模式図である。図に示すように基板Aの上に下地層Bがあり、さらにその上に中間層Cがある。C層の上には記録層Dがあり、この上に保護層Eを作成する。それぞれ、基板Aはアルミニウム、下地層Bはニッケルーリン、中間層Cはクロム、記録層Dはコバルトニッケルを材質としている。ただし、A層からD層までは別の材質であってもかまわない。保護層は高周波プラズマCVD法によって作成した。以下、作成方法について述べる。先ず、真空ポンプによって真空チャンバー内を 1×10^{-6} Torrまで排気する。次にメタンガスを導入し、真空チャンバー内圧が60mTorrとなるように調節する。そして13.56MHzの高周波電源により500Wを投入し、チャンバー内にプラズマ放電を発生させる。この時、冷却水によって冷却された基板

上に保護層が堆積する。膜質の評価をFT-IRとラマンスペクトルで行ったところ、FT-IRから膜中結合水素濃度は15%で、ラマンスペクトルから 1350cm^{-1} 付近の分離ピークの強度の 1540cm^{-1} 付近の分離ピークの強度に対する割合は45%となった。また、この膜のCSSテストを行ったところ35k回でクラッシュし、ピンーオンーディスクによる相対的摩耗量は5であった。

実施例2

実施例1と同様の磁気ディスク上にイオンビームデポジション法によって炭素膜を作成した。真空チャンバー内を 5×10^{-7} Torrまで排気したのち、メタン、水素混合ガスを導入し、ガス圧を1mTorrとする。次にイオン焼内でプラズマ放電を発生させ、そこに300Vの引き出し電圧をかけてイオンを引き出して成膜した。膜質の評価を実施例1と同様にFT-IRとラマンスペクトルで行ったところ、膜中結合水素濃度は10%で、 1350cm^{-1} 付近の分離ピークの強度の 1540cm^{-1} 付近の分離ピークの強度にたいする割合は40%となった。

また、この膜のCSSテストを行ったところ40k回でクラッシュし、ピンーオンーディスクによる相対的摩耗量は3であった。なお、実施例では磁気ディスクについてのみ述べたが、フレキシブルディスク、磁気テープ、磁気カードにも同様の効果があることは明らかである。

比較例1

炭素層以外は実施例1、2と同様の磁気ディスク上に高周波プラズマCVD法によって炭素膜を作成した。実施例1とほとんど同様にして、ただし、RF出力を50Wにおとして成膜した。膜質の評価を実施例1、2と同様に行ったところ膜中結合水素濃度は30%、 1350cm^{-1} 付近の分離ピークの強度の 1540cm^{-1} 付近の分離ピークの強度にたいする割合は35%となった。また、この膜のCSSテストを行ったところ13k回でクラッシュし、ピンーオンーディスクによる相対的摩耗量は15であった。

比較例2

炭素層以外は実施例1、2と同様の磁気ディス

ク上にDCマグネットロンスパッタ法によって炭素膜を作成した。まず、真空チャンバー内を 1×10^{-6} Torrまで排気したのち、そこに20mTorrのアルゴンガスを導入し、直流電源によって1kWを投入しプラズマを発生させ、グラファイトターゲットをスパッタして成膜した。膜質の評価を実施例1, 2と同様に行ったところ膜中結合水素濃度は3%, 1350cm⁻¹付近の分離ピークの強度の1540cm⁻¹付近の分離ピークの強度にたいする割合は85%となった。また、この膜のCSSテストを行ったところ8k回でクラッシュし、ビンーオンディスクではクラッシュがおこり、摩耗量は測定できなかった。

以下余白

表 1

	実験 1	実験 2	比較例 1	比較例 2
ガス種	CH ₄	CH ₄ /H ₂	CH	Ar
圧力(mTorr)	60	1.0	60	20
投入電力	500W	300V	50W	1000W
基板温度(℃)	R.T.	R.T.	R.T.	200
結合水素濃度(%)	15	10	30	3
ラマン相対強度(%)	45	40	35	85

表 2

	実験 1	実験 2	比較例 1	比較例 2
CSS試験(k回)	35	40	13	8
動摩擦係数	0.3	0.2	0.3	0.3
摩耗量(相対値)	5	3	15	クラッシュ

〔発明の効果〕

本発明によれば、以上の結果から明らかなように、摺動特性、特に耐摩耗性に優れた磁気記録媒体

体が得られる。

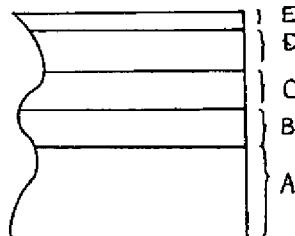
また、非破壊評価によって成膜条件へのフィードバックも行える。

4 図面の簡単な説明

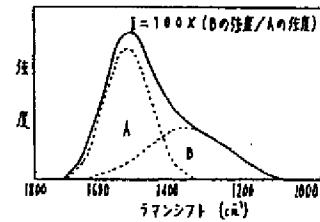
第1図は本発明の磁気記録媒体の切断面の模式図である。第2図は非品質炭素膜のラマンスペクトルのピーク分離例である。第3図は膜質(膜中結合水素濃度、ラマンスペクトルの分離ピークの強度比)と摩耗量の関係を示すものである。

A…基板、 B…下地層、
C…中間層、 D…記録層、
E…保護層。

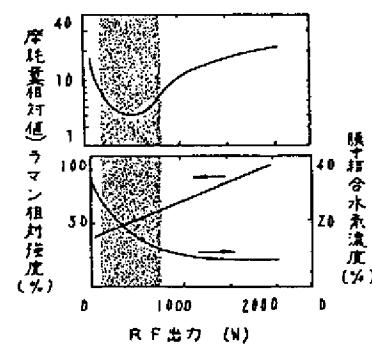
第1図



第 2 図



第 3 図



Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

(Translation)

Japanese Laid-open Publication No. 2-71422

Publication date: March 12, 1990

Application number: 63-222354

Filing date: September 7, 1988

Applicant: Hitachi Co., Ltd.

Specification

1. Title of Invention

Magnetic Recording Medium

2. Claims

1. A magnetic recording medium, characterized in that an amorphous carbon layer is provided on a recording layer consisting of a thin film magnetic body, wherein the amorphous carbon layer has 30% of molar concentration of hydrogen bonded to carbon atoms in a film.
2. A magnetic recording medium, characterized in that when a fluorescence cannot be seen from a Raman spectrum (caused by argon laser excitation) near $1000\text{-}2000\text{cm}^{-1}$, and when the Raman spectrum is divided into two peaks with a Gauss function, an amorphous carbon layer with a film quality having 60% or below of a ratio of an intensity of a component near 1350cm^{-1} to an intensity of a component near 1540cm^{-1} is provided on a recording

Appin. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

layer consisting of a thin film magnetic body.

3. A magnetic recording medium, characterized in that an amorphous carbon layer with a film quality satisfying characteristics of claims 1 and 2 concurrently is provided on a recording layer consisting of a thin film magnetic body.

4. A magnetic recording medium, according to claim 1, 2 or 3, characterized in that a thickness of the carbon protective film is between 50Å and 1000Å.

5. A method for producing an amorphous carbon layer recited in claim 1, 2, 3 or 4 on a recording layer consisting of a thin film magnetic body by an ion beam deposition method.

6. A method for producing an amorphous carbon layer recited in claim 1, 2, 3 or 4 on a recording layer consisting of a thin film magnetic body by a reactive sputtering method.

7. A method for producing an amorphous carbon layer recited in claim 1, 2, 3 or 4 on a recording layer consisting of a thin film magnetic body by a plasma CVD method.

8. A magnetic recording medium, wherein an amorphous carbon film is produced by a method recited in claim 5, 6 or 7.

9. A magnetic disc device comprising a magnetic disc recited in claim 1, 2, 3 or 4.

10. A hard protective film consisting of an amorphous carbon layer recited in claim 1, 2 or 3.

3. Detailed Description of Invention

Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

[Field of industrial application]

The present invention relates to a magnetic recording medium having a protective film with a remarkable sliding characteristic, particularly an anti-abrasion characteristic.

[Prior art]

Generally, it is said that in a magnetic recording medium which has a metal thin film as the recording layer, a contact with the head occurs during high-speed rotation as well as when starting and stopping. Thus, the magnetic recording medium is required to comprise sufficient sliding characteristic such as lubricating characteristic or anti-abrasion characteristic so as to be able to resist contact with the magnetic head.

Considering the above, research and development of carbon with a remarkable sliding characteristic, particularly a diamond-shaped carbon film has become active in recent years. A film quality of the diamond-shaped carbon film, particularly the coefficient of friction which is one of the sliding characteristics and the hydrogen in a film are qualitatively discussed in the 34th Extended Abstracts of Japan Society of Applied Physics and Related Societies 29p-K-1. Moreover, the Japanese Laid-Open Publication No. 62-7848 qualitatively describes with regards to the hydrogen in a film with a focus on adhesion.

[Problems to be solved by the invention]

In the aforementioned prior art, a film quality showing

Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

an optimal sliding characteristic has not been found. Thus, there is a possibility of not being able to obtain optimal conditions.

The purpose of the present invention is to definitely obtain a magnetic recording medium having a carbon film as the protective film with the most remarkable sliding characteristic by quantitatively and totally obtaining the carbon film quality from a Raman spectrum and bonded hydrogen within the film to link it with the sliding characteristic.

[Means for solving problems]

In the present invention, the molar concentration of hydrogen bonded to carbon in the film (hereinafter, referred to as bonded hydrogen in the film) and the intensity ratio of each component when the Raman spectrum of the film is separated into two peaks are defined to attain the aforementioned purpose. By said matter, it was found that a protective film having a remarkable sliding characteristic can be certainly obtained.

The bonded hydrogen in the film used herein refers to all hydrogen bonded to carbon atoms, and the bonding manner is not defined. The bonded hydrogen concentration [H] is obtained by the following equation, from density of film and integrated intensity S of a band contributed by C-H stretch vibration of infrared absorption spectrum.

$$[H] = 100S / ((1.68 \times 10^5) + 0.916S)$$

Moreover, the intensity ratio of each component of the

Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

Raman spectrum separated into two peaks is obtained as described below. That is, having the Raman spectrum of the protective film measured by using Ar⁺ laser (514.5nm) at the peak position, the Raman spectrum is separated into one near 1350cm⁻¹ and one near 1540cm⁻¹ (each peak position shows a fluctuation of ±10cm⁻¹) with a Gauss function in which the half-width of the former is approximately twice as much of the latter. The ratio of the intensity of the former to the intensity of the latter at this time is defined as a range of I. However, this is limited to when the fluorescence does not appear on the spectrum. An example is shown in Figure 2. Moreover, the carbon film of the present invention can be produced by a method such as those described below, i.e. reactive sputtering which sputters a graphite target with gas containing hydrogen, a plasma CVD method which causes plasma by using various power sources (microwave, high frequency, etc.) and decomposes gas containing carbon to perform a deposition, or an ion beam deposition method in which the carbon ions caused inside the ion gun is applied with voltage and the ions are pulled out to perform a deposition.

[Effects]

It was recognized in the result of the experiment that when the molar concentration of the hydrogen bonded to carbon atoms in the film is 25% or less and when a fluorescence cannot be seen from the Raman spectrum (caused by argon laser excitation),

Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

a remarkable sliding characteristic can be obtained in amorphous carbon film in which the ratio of the intensity of the component near 1350cm^{-1} to the intensity of the component near 1540cm^{-1} is 55% or less when the Raman spectrum is divided into two peaks with a Gauss function. Reversely, when the aforementioned hydrogen concentration is higher than 25%, the film becomes an organic film, and the crosslink degree between the carbons becomes low causing a mechanically weak film. From the experimental result (Figure 3), the critical value of the bonded hydrogen in the film in the case where the value of relative abrasion amount does not exceed 8 was 25-30%.

Raman spectrum is used as a means for obtaining the appearance of a framework structure between carbons which is hard to be recognized only with the hydrogen concentration. However, it is known that when the value of the intensity ratio of the aforementioned two peaks becomes greater, the structure becomes closer to a graphite structure. Also in this case, from the experiment (see Figure 3), the critical value of the intensity ratio in which the value of relative abrasion amount does not exceed 8 was 55-60%. Due to the reasons described above, in the carbon film outside the regulated range of the present invention, the sliding characteristic is poor. Reversely, in the protective film of the present invention, a remarkable sliding characteristic can be obtained by random and dense crosslinking of the carbons with each other.

Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

On the other hand, when the thickness of the protective film is thinner than 50Å, there is a high possibility for the film to not be deposited in an island-shape and to be discontinued; thus the effect is small. Reversely, when the protective film is thicker than 1000Å, the distance between the magnetic head and the recording layer increases, and the electromagnetic conversion characteristic deteriorates, which is not preferable. Due to the above, the thickness of the protective layer is preferred to be in the range of 50-1000 Å.

[Examples]

The examples and comparative examples of the present invention are described below. Both examples deposit a carbon film on a metal thin film magnetic disc with similar structures, and the evaluations were made by the methods described below. That is, the sliding characteristic was evaluated by a CSS (Contact Start Stop) test, a kinetic friction coefficient measurement, abrasion amount by a pin-on-disc test which rotates the sample at a speed of 4m/sec per cycle. The molar concentration of the bonded hydrogen and carbon was obtained from a measurement of FT-IR (Fourier transform infrared absorption spectrum). Moreover, the Raman spectrum was measured.

Example 1

Figure 1 is a mimetic diagram showing a cross section of

Appln. 9-543012

Your Ref: SM 132B

Cited Reference 1: 2-71422

a magnetic disc. As shown in the diagram, a sublayer B is on a substrate A, and an intermediate layer C is on the sublayer B. On top of the C layer, there is a recording layer D, and a protective layer E is formed on top of the recording layer D. The material of the substrate A is aluminum, and similarly, the material of the sublayer B is nickel-phosphorous, the material of the intermediate layer C is chromium, and the material of the recording layer D is cobalt-nickel. However, the materials of A layer to D layer may be other materials. The protective film was produced by a high-frequency plasma CVD method. The production method is described below. Firstly, the inside of the vacuum chamber is exhausted to 1×10^{-6} Torr by a vacuum pump. Next, methane gas is introduced, and the pressure inside the vacuum chamber is adjusted to be 60m Torr. 500W is inputted from a high-frequency power source of 13.56MHz to cause a plasma discharge in the chamber. At this point, a protective film is deposited on the substrate cooled by cooling water. When the film quality was evaluated by FT-IR and Raman spectrum, from FT-IR, the concentration of the bonded hydrogen in the film was 15%, and from Raman spectrum, the ratio of the intensity of separation peak near 1350cm^{-1} to the intensity of separation peak near 1540cm^{-1} was 45%. Moreover, when a CSS test of this film was performed, it crushed on the 35th k time. The relative abrasion amount by the pin-on-disc was 5.

Example 2

Appln. 9-543012

Your Ref: SM 132B

Cited Reference 1: 2-71422

A carbon film was produced on a magnetic disc similar to Example 1 by an ion beam deposition method. After exhausting the inside of the vacuum chamber to 5×10^{-7} Torr, methane, hydrogen mixture gas was introduced, and the gas pressure is 1m Torr. Next, a plasma discharge was caused inside the ion gun, and a pull-out voltage of 300V was applied thereto to pull out the ion and perform deposition. When the film quality was evaluated by FT-IR and Raman spectrum similarly to Example 1, the concentration of the bonded hydrogen in the film was 10%, and the ratio of the intensity of separation peak near 1350cm^{-1} to the intensity of separation peak near 1540cm^{-1} was 40%. Moreover, when a CSS test of this film was performed, it crushed on the 40th k time. The relative abrasion amount by the pin-on-disc was 3. Although the examples only described regarding the magnetic disc, it is obvious that there are similar effects also for flexible discs, magnetic tapes and magnetic cards.

Comparative example 1

A carbon film was produced on a magnetic disc similar to Examples 1 and 2 by a high-frequency plasma CVD method except for the carbon layer. Almost everything was the same as Example 1; however, the RF output was lowered to 50W for deposition. When the film quality was evaluated similarly to Examples 1 and 2, the concentration of the bonded hydrogen in the film was 30%, and the ratio of the intensity of separation peak near 1350cm^{-1}

Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

to the intensity of separation peak near 1540cm^{-1} was 35%. Moreover, when a CSS test of this film was performed, it crushed on the 13th k time. The relative abrasion amount by the pin-on-disc was 15.

Comparative example 2

A carbon film was produced on a magnetic disc similar to Examples 1 and 2 by a DC magnetron sputtering method except for the carbon layer. After exhausting the inside of the vacuum chamber to $1\times 10^{-6}\text{Torr}$, argon gas of 20mTorr was introduced thereto. Next, 1KW was inputted from a DC power source and plasma was caused. The graphite target was sputtered to perform deposition. When the film quality was evaluated similarly to Examples 1 and 2, the concentration of the bonded hydrogen in the film was 3%, and the ratio of the intensity of separation peak near 1350cm^{-1} to the intensity of separation peak near 1540cm^{-1} was 85%. Moreover, when a CSS test of this film was performed, it crushed on the 8th k time. In the pin-on-disc, a crush occurred, and the abrasion amount was not able to be measured.

Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

Table 1

	Example 1	Example 2	Comparative Example 1	Comparative Example 2
kind of gas	CH ₄	CH ₄ /H ₂	CH	Ar
gas pressure (mTorr)	60	1.0	60	20
input power	500W	300W	50W	1000W
substrate temperature (°C)	R.T.	R.T.	R.T.	200
bonded hydrogen concentration (%)	15	10	30	3
Raman relative intensity (%)	45	40	35	85

Table 2

	Example 1	Example 2	Comparative Example 1	Comparative Example 2
CSS test (k times)	35	40	13	8
coefficient of friction	0.3	0.2	0.3	0.3
abrasion amount (relative value)	5	3	15	crush

[Effects of Invention]

According to the present invention, as being obvious from the aforementioned results, a magnetic recording medium with a remarkable sliding characteristic, particularly an anti-abrasion characteristic can be obtained.

Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

Moreover, a feedback to the deposition condition can be performed by the non-destruction evaluation.

4. Brief Description of the Drawings

Figure 1 is a mimetic diagram of a cross section of a magnetic recording medium of the present invention.

Figure 2 is a peak separation example of a Raman spectrum of amorphous carbon film.

Figure 3 shows a relationship between the film quality (concentration of bonded hydrogen in the film, intensity ratio of separation peak of a Raman spectrum) and the abrasion amount.

Reference Numerals

A...substrate

B...sublayer

C...intermediate layer

D...recording layer

E...protective layer

Appln. 9-543012
Your Ref: SM 132B
Cited Reference 1: 2-71422

Figure 1

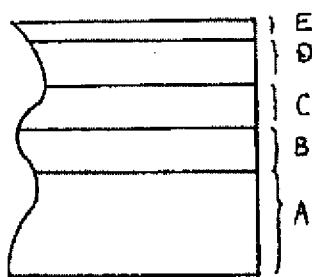


Figure 2

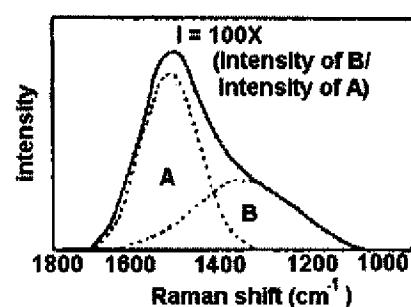


Figure 3

